

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/133833 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) *C22C 38/58* (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) *H05K 3/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/058700
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 30 日(30.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-078322 2011 年 3 月 31 日(31.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日新製鋼株式会社(NISSHIN STEEL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008366 東京都千代田区丸の内 3-4-1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平川 直樹 (HIRAKAWA Naoki) [JP/JP]; 〒7460023 山口県周南市野村南町 4 9 7 6 番地 日新製鋼株式会社内 Yamaguchi (JP). 藤本 廣 (FUJIMOTO Hiroshi) [JP/JP]; 〒7460023 山口県周南市野村南町 4 9 7 6 番地 日新製鋼株式会社内 Yamaguchi (JP). 富村 宏紀 (TOMIMURA Kouki) [JP/JP]; 〒7460023 山口県周南市野村南町 4 9 7 6 番地 日新製鋼株式会社内 Yamaguchi (JP).
- (74) 代理人: 樺澤 襄, 外(KABASAWA Joo et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿三丁目 1 番 2 2 号 NSOビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: STAINLESS-STEEL SHEET FOR METAL MASK

(54) 発明の名称: メタルマスク用ステンレス鋼板

(57) Abstract: Provided is a stainless-steel sheet for metal masks which is inexpensive, has high strength, generates little dross to attain high productivity, and has excellent durability. This steel sheet contains, in terms of mass%, up to 0.15% C, up to 2.0% Si, up to 4.0% Mn, up to 0.04% P, up to 0.03% S, up to 4.0% Ni, 10-20% Cr, and up to 0.12% N, with the remainder comprising Fe and incidental impurities. The steel sheet has a γ_{max} value of 70-90 and has a metallographic structure which is a two-phase structure consisting of a ferrite phase and a martensite phase. The steel sheet has a solidification completion temperature of 1,450°C or higher. The steel sheet has a solid-liquid coexistence range during the period from a molten state to solidification of 30°C or less.

(57) 要約: 低コストで、高強度で、ドロス量が少なく高生産性で、耐久性に優れたメタルマスク用ステンレス鋼板を提供する。質量%で、0.15%以下のC、2.0%以下のSi、4.0%以下のMn、0.04%以下のP、0.03%以下のS、4.0%以下のNi、10~20%のCr、0.12%以下のNを含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる。 γ_{max} 値が70~90である金属組織がフェライト相およびマルテンサイト相の二相組織である。また、凝固終了温度は1450°C以上である。さらに、熔融状態から凝固する過程での固液共存範囲が30°C以内である。

WO 2012/133833 A1

明 細 書

発明の名称：メタルマスク用ステンレス鋼板

技術分野

[0001] 本発明は、複相組織を有する高強度のメタルマスク用ステンレス鋼板に関する。

背景技術

[0002] 現在、メタルマスク向けステンレス鋼板として、SUS304の調質圧延材が多く用いられている。また、SUS304の調質圧延材の中でも、以前はSUS304 3/4H-TA材が主流であったが、耐久性の観点から、現在はより強度の高いSUS304H-TA材が主流となっている。

[0003] このようなSUS304は、汎用鋼種であることから材料が調達しやすく、また加工にともない加工誘起マルテンサイト変態を起こすため、高強度で耐久性に優れているというメリットがある一方、レアメタルであるNiを多く含有するため非常に効果的である。

[0004] メタルマスクの製造方法には、開口部の形成方法の違いによりレーザー加工、エッチング加工およびアディティブ法（電鍍法）があり、耐久性とともに基板への転写性が重要である。

[0005] この転写性に関しては、開口部に対するはんだペーストの充填のしやすさや、はんだペースト印刷後に基板からメタルマスクを取り外す際の開口部に対するはんだペーストの抜けやすさが重要である。そして、このような充填性や抜け性には、加工端面性状が大きく影響することから、一般的に、平滑な端面を有するものほど転写性が優れているとされている。

[0006] ここで、開口部の端面性状や寸法精度については、アディティブ法が最も優れている。しかしながら、製造コストが高く時間がかかる点や、圧延により強度の向上を図れないため耐久性に優れない点が課題となる。

[0007] また、エッチング加工については、寸法精度が優れているものの、メタルマスク材の両面からエッチングして開口部を形成するためエッチング部の断

面がいびつな形状になり、ペーストの抜け性が良好ではない。また、加工パターンに従ってレジストを付与する時間を必要とする。なお、エッチング加工においては、エッチング加工端面性状にメタルマスク材の結晶粒径が大きく影響するため、メタルマスク材の結晶粒径が小さいほど端面性状に優れペーストの抜け性が向上する。

[0008] そして近年では、製造性および生産性に優れるという観点から、メタルマスクの製造方法には特許文献1などのレーザー加工が多く用いられている。

[0009] レーザー加工では、加工パターンをパーソナルコンピュータ上で入力した後、レーザーによりメタルマスク材を加工するのみであり、非常に生産性に優れている。一方、レーザー加工にともないドロス（バリ）が発生するとともに、加工端面にはレーザーによる加工筋が残留してしまう。そこで、バフ研磨、電解処理およびサウンドブラストなどの後工程により、ドロスの除去や端面粗さを向上させる必要があり、特許文献1でも、サウンドブラストにより、ドロスの除去を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平6－39988号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、調質圧延で高強度化したSUS304H-TA材について、レーザー加工すると、レーザー打抜き部近傍では、熱影響によって素材が軟質化し、メタルマスクを繰り返し使用するにつれて打抜き端面近傍に磨耗による角落ちなどの欠損、いわゆるだれが発生するという問題がある。端面近傍のだれは、はんだペースト厚みが変わるなどの印刷性の劣化を招いてしまう。

[0012] 本発明は、このような点に鑑みなされたもので、低コストで、高強度で、ドロス量が少なく高生産性で、耐久性に優れたメタルマスク用ステンレス鋼

板を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 請求項1記載のメタルマスク用ステンレス鋼板は、質量%で、C : 0.15%以下、Si : 2.0%以下、Mn : 4.0%以下、P : 0.04%以下、S : 0.03%以下、Ni : 4.0%以下、Cr : 10~20%、N : 0.12%以下を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなり、 $[420(\%C) + 470(\%N) + 23(\%Ni) + 7(\%Mn) - 11.5(\%Cr) - 11.5(\%Si) + 189]$ で示される γ_{max} 値が70~90で、金属組織がフェライト相およびマルテンサイト相の二相組織であり、 $[1519 - (1.3 + 109.07(\%C) + 13(\%C)^2 + 16.38(\%Si) + 7.02(\%Mn) + 6.63(\%Ni) + 1.95(\%Cr) + 39(\%P) + 48.1(\%S))]$ で示される凝固終了温度が1450℃以上であり、 $[6.752 + (0.393 + 32.97(\%C) + 3.93(\%C)^2 + 4.95(\%Si) + 2.12(\%Mn) + 2.00(\%Ni) + 0.59(\%Cr) + 11.8(\%P) + 14.54(\%S))]$ で示される溶融状態から凝固する過程での固液共存範囲が30℃以内であるものである。

[0014] 請求項2記載のメタルマスク用ステンレス鋼板は、請求項1記載のメタルマスク用ステンレス鋼板において、V、Nb、Cu、Ti、Al、BおよびMoの少なくとも1つを合計1.0質量%以下で含有し、 $[420(\%C) + 470(\%N) + 23(\%Ni) + 7(\%Mn) - 11.5(\%Cr) - 11.5(\%Si) - 12(\%Mo) - 23(\%V) - 47(\%Nb) - 49(\%Ti) - 52(\%Al) + 189]$ で示される γ_{max} 値が70~90で、金属組織がフェライト相およびマルテンサイト相の二相組織であり、 $[1519 - (1.3 + 109.07(\%C) + 13(\%C)^2 + 16.38(\%Si) + 7.02(\%Mn) + 5.98(\%Cu) + 6.63(\%Ni) + 1.95(\%Cr) + 4.29(\%Mo) + 39(\%P) + 48.1(\%S) + 12.35(\%Nb))]$ で示される凝固終了温度が1450℃以

上であり、 $[6.752 + (0.393 + 32.97(\%C) + 3.93(\%C)^2 + 4.95(\%Si) + 2.12(\%Mn) + 1.81(\%Cu) + 2.00(\%Ni) + 0.59(\%Cr) + 1.30(\%Mo) + 11.8(\%P) + 14.54(\%S) + 3.73(\%Nb))]$ で示される熔融状態から凝固する過程での固液共存範囲が30℃以内であるものである。

[0015] 請求項3記載のメタルマスク用ステンレス鋼板は、請求項1または2記載のメタルマスク用ステンレス鋼板において、冷間圧延後に300～550℃で短時間の熱処理が施されたものである。

[0016] 請求項4記載のメタルマスク用ステンレス鋼板は、請求項1または2記載のメタルマスク用ステンレス鋼板において、冷間圧延後に、50%以下の調質圧延が施され、その後300～550℃で短時間の熱処理が施されたものである。

[0017] 請求項5記載のメタルマスク用ステンレス鋼板は、請求項1ないし4のいずれか一記載のメタルマスク用ステンレス鋼板において、レーザー加工用として使用され、レーザー打抜き端面から10μm以内の断面硬さが250HV以上であるものである。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、合金組成、金属組織、凝固点および固液共存範囲を規制することにより、Niの含有量を低減してコストを抑制でき、金属組織が二相組織にして強度を向上できるとともに端面性状を向上させドロスを少なくして生産性を向上でき、熱影響による軟質化を抑制して耐久性を向上できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の一実施例の金属組織写真である。

[図2]レーザー加工後の硬さ測定箇所を示す模式図である。

[図3]本発明の一実施例およびSUS304H-TAの硬さを示すグラフである。

[図4]同上実施例における調質圧延および短時間熱処理による硬さの変化を示

すグラフである。

[図5] (a) は同上実施例のSEM写真であり、(b) はSUS304HTAのレーザー打抜き部のSEM写真である。

[図6]印刷作業にともなって発生したレーザー打抜き部近傍のだれの測定方法を示す模式図である。

[図7]本発明の一実施例およびSUS304HTAの繰り返し印刷後のレーザー打抜き部近傍のSEM写真である。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明の一実施の形態について詳細に説明する。

[0021] この一実施の形態であるメタルマスク用ステンレス鋼板は、合金設計、熱処理および調質圧延によって組織、凝固点および固液共存範囲をコントロールすることで、低コストで、高強度で、ドロス量が少なく、高生産性で、耐久性に優れたステンレス鋼板にできる。すなわち、SUS304よりレアメタルであるNiの含有量を4～6質量%低減でき安価であり、SUS304HTAと同等以上の370HV以上の硬度で、レーザー加工にともなうドロス高さをSUS304より30%以上低減してレーザー加工後の工程負荷を低減できるとともに、レーザー打抜き部近傍の熱影響により軟質化しにくく繰り返し使用にともなう磨耗などによる角落ちなどの欠損であるだれを防止でき耐久性に優れるため、レーザー加工で製造するメタルマスクとして、好適なステンレス鋼である。

[0022] まず、メタルマスク用ステンレス鋼板の化学成分について説明する。

[0023] Crは、ステンレス鋼としての耐久性を確保するために10質量%以上含有させる必要がある。しかし、Cr含有量が20質量%より高くなると、マルテンサイト相を生成させて、強度を向上させるNiおよびMnなどのオーステナイト生成元素の量が多くなるとともに靱性が低下する。したがって、Crの含有量は10質量%以上20質量%以下とした。

[0024] Cは、強力なオーステナイト生成元素であり、マルテンサイト量を増加させるとともに、固溶強化によりマルテンサイト相およびフェライト相の強度

を高めるのに有効である。このような効果を奏するには、Cの含有量は0.01質量%以上にする必要がある。しかし、Cの含有量が高くなると、フェライト+オーステナイト二相域に加熱、急冷する複相化処理において加熱時にいったん固溶したクロム炭化物が冷却時にフェライトまたはオーステナイト（冷却後はマルテンサイト）粒界に再析出し、粒界近傍にCr欠乏層（鋭敏化）が生じて耐食性が著しく劣化する。このため、Cr、NiおよびMnなどの他の元素の含有量による成分バランスによっても異なるが、Cの含有量は0.15質量%以下とした。

[0025] Nは、強力なオーステナイト生成元素であり、マルテンサイト量を増加させるとともに、固溶強化によりマルテンサイト相の強度を高めるのに有効である。しかし、溶解度の関係から多量に添加することは困難であるとともに、多量の添加は表面欠陥の増加を招く。したがって、Nの含有量は0.12質量%以下とした。

[0026] MnおよびNiは、オーステナイト生成元素として、高温でフェライト+オーステナイトの二相組織を得るために有効な元素である。また、MnおよびNi含有量の増加にともない冷却後のマルテンサイト量が増加して強度が向上する。これらの効果を奏するには、0.1質量%以上で、Cr含有量およびC含有量に応じて一定量以上のMnおよびNiを添加する。しかし、MnおよびNiの含有量が多くなると、複相化処理後に生成するマルテンサイトが多くなりすぎて、二相組織を得ることが困難になる。したがって、MnおよびNiの含有量はそれぞれ4.0質量%以下とした。

[0027] 上記のように合金成分を設計することにより、組織、凝固点および固液共存範囲を制御できるが、それ以外にも、耐食性の向上を目的として、Moを添加したり、V、Nb、Cu、Ti、AlおよびBなどの種々の元素を添加してもよい。このようにV、Nb、Cu、Ti、Al、BおよびMoを添加する場合には、含有量が多いと凝固点や組織に影響を及ぼすため、V、Nb、Cu、Ti、Al、BおよびMoの少なくとも1つを合計で1.0質量%以下で添加することが好ましい。

[0028] ここで、金属組織は、材料製造過程の複相化処理によってフェライト＋マルテンサイトの二相組織にされる。複相化処理の加熱温度は、ステンレス鋼の化学成分に応じて多少異なるが、 900°C 以上 1150°C 以下の範囲である。また、加熱後の冷却において、冷却にともなって高温でのオーステナイトがマルテンサイトに変態するには $5^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 以上の冷却速度が必要である。このような複相化処理によって得られた材料は、組織の70%以上がマルテンサイト相である。

[0029] また、複相化処理温度である $900\sim 1150^{\circ}\text{C}$ では、主にフェライト相とフェライト粒界から核生成したオーステナイト相との二相組織となり、それぞれの相が互いに粒成長を抑制するため、冷却後には、フェライト相とマルテンサイト相とが微細分散した平均粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の微細組織が得られる。

[0030] γ_{max} 値は、マルテンサイト相比を示す指標であり、複相化処理には γ_{max} 値とほぼ同量のマルテンサイト相が得られる。この γ_{max} 値は、 $420(\%C) + 470(\%N) + 23(\%Ni) + 7(\%Mn) - 11.5(\%Cr) - 11.5(\%Si) + 189$ とする(1)式にて示される。この(1)式における各項(%元素)には、各合金元素の含有量(質量%)の値を代入する。

[0031] なお、V、Nb、Cu、Ti、Al、BおよびMoの少なくとも一つを添加する場合には、 γ_{max} 値は、 $420(\%C) + 470(\%N) + 23(\%Ni) + 7(\%Mn) - 11.5(\%Cr) - 11.5(\%Si) - 12(\%Mo) - 23(\%V) - 47(\%Nb) - 49(\%Ti) - 52(\%Al) + 189$ とする(1)'式にて示される。この(1)'式における各項(%元素)には、各合金元素の含有量(質量%)の値を代入し、含有しない合金元素は0を代入する。

[0032] γ_{max} 値が70以下では、マルテンサイト量が少なく、SUS304H-TA(硬度 370HV 以上)に比べて十分な強度が得られない。しかし、 γ_{max} 値が90を超えると、複相化処理後に十分な強度が得られるものの

、フェライト相比率が低くなり、ほとんどマルテンサイト単相状態となってしまって微細組織が得られない。エッチングによってメタルマスクを製造した際には、結晶粒径が微細なほどエッチング端面性状に優れ、一般的には充填性が向上する。このため、メタルマスク用の素材として適度な強度と微細組織とを得るには、 γ_{max} 値を70以上90以下とする。

[0033] 複相処理後または複相化処理後に、50%以下の調質圧延を施すと、調質圧延による加工硬化によって高強度化できるので好ましい。高強度化することで、メタルマスクとしての耐久性が向上する。

[0034] また、複相処理後または複相化処理後に、300℃以上500℃以下で短時間の熱処理を施すと、熱処理により得られる固溶炭素によるひずみ時効硬化によって高強度化できるので好ましい。

[0035] なお、50%以下の調質圧延後に、300℃以上500℃以下で短時間で熱処理すると、加工硬化および時効硬化によってさらに高強度化できるので、より好ましい。

[0036] SUS304に比べて凝固終了温度（凝固点）を高くし、溶融状態から凝固する過程での固液共存範囲を小さくすることにより、レーザー加工によって溶け出すメタル量を少なくできるため、レーザー加工を施した際に、SUS304と比較してドロス量を少なくその高さを低くできる。したがって、凝固終了温度を1450以上とし、固液共存範囲を30℃以内とした。

[0037] 凝固終了温度は、 $1519 - (1.3 + 109.07 (\%C) + 13 (\%C)^2 + 16.38 (\%Si) + 7.02 (\%Mn) + 6.63 (\%Ni) + 1.95 (\%Cr) + 39 (\%P) + 48.1 (\%S))$ とする(2)式にて示される。この(2)式における各項(%元素)には、各合金元素の含有量(質量%)の値を代入する。

[0038] なお、V、Nb、Cu、Ti、Al、BおよびMoの少なくとも一つを添加する場合には、凝固終了温度は、 $1519 - (1.3 + 109.07 (\%C) + 13 (\%C)^2 + 16.38 (\%Si) + 7.02 (\%Mn) + 5.98 (\%Cu) + 6.63 (\%Ni) + 1.95 (\%Cr) + 4.29 (\%M$

o) + 3.9 (%P) + 48.1 (%S) + 12.35 (%Nb)) とする (2) 式にて示される。この (2) 式における各項 (%元素) には、各合金元素の含有量 (質量%) の値を代入し、含有しない元素は 0 を代入する。

[0039] 固液共存範囲は、 $6.752 + (0.393 + 32.97 (\%C) + 3.93 (\%C)^2 + 4.95 (\%Si) + 2.12 (\%Mn) + 2.00 (\%Ni) + 0.59 (\%Cr) + 11.8 (\%P) + 14.54 (\%S))$ とする (3) 式にて示される。この (3) 式における各項 (%元素) には、各合金元素の含有量 (質量%) の値を代入する。

[0040] なお、V、Nb、Cu、Ti、Al、B および Mo の少なくとも一つを添加する場合には、固液共存範囲は、 $6.752 + (0.393 + 32.97 (\%C) + 3.93 (\%C)^2 + 4.95 (\%Si) + 2.12 (\%Mn) + 1.81 (\%Cu) + 2.00 (\%Ni) + 0.59 (\%Cr) + 1.30 (\%Mo) + 11.8 (\%P) + 14.54 (\%S) + 3.73 (\%Nb))$ とする (3) 式にて示される。この (3) 式における各項 (%元素) には、各合金元素の含有量 (質量%) の値を代入し、含有しない元素は 0 を代入する。

[0041] このメタルマスク用ステンレス鋼は、SUS304 に対してレーザー打抜き部近傍の熱影響による軟質化が小さく、繰り返し使用にともなう角落ち等の欠損、いわゆるだれが発生しにくく耐久性に優れる。

[0042] SUS304 に代表される調質圧延などの加工によって高強度化を図るオーステナイト系高強度ステンレス鋼は、再結晶温度以上に昇温されると組織および特性がほとんど加工前の状態に戻る。レーザー打抜き端面近傍は、一時的に溶融状態となるため、打抜き後の端面近傍の強度が著しく低下する。

[0043] 同様にこの一実施の形態であるメタルマスク用ステンレス鋼板もレーザー打抜きに際して打抜き部近傍が一時的に溶融状態となるが、その後の冷却過程で上述のようにオーステナイトがマルテンサイトに変態して硬質なマルテンサイト相が形成される。そのため、SUS304 などの調質圧延型のオーステナイト系高強度ステンレス鋼に比べて、レーザー打抜き端面近傍の強度

を維持できる。

[0044] また、メタルマスクとして繰り返し印刷作業に使用されて打抜き部近傍が磨耗するところによるだれ（角落ち）の発生を抑制するには、レーザー打抜き部近傍の硬さを確保することが有効である。具体的には、レーザー打抜き端面から $10\text{ }\mu\text{m}$ 以内の硬さを 250HV 以上にすることが好ましい。そして、上記一実施の形態であるメタルマスク用ステンレス鋼板では、レーザー打抜き後であっても、レーザー打抜き端面から $10\text{ }\mu\text{m}$ 以内の硬さを 250HV 以上にできる。

[0045] 以上のように、合金設計および熱処理によって、フェライト相とマルテンサイト相との相比、凝固点および固液共存範囲をコントロールすることによって、 SUS304 に比べて、レアメタルである Ni を $4\sim 6$ 質量%低減でき、 370HV 以上の硬度を確保でき、レーザー加工によるドロス高さを 30% 以上低減でき、レーザー打抜き部近傍が熱影響により軟質化しにくく繰り返し使用によりだれが発生しにくい耐久性に優れたステンレス鋼板にできる。なお、 γ_{max} が $70\sim 90$ の範囲では、フェライト相とマルテンサイト相とが均一分散した平均粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細組織であるため、エッチング加工後の端面性状も優れることから、レーザー加工だけでなくエッチング加工用途としても好適な材料である。

実施例

[0046] 以下、本発明の一実施例および比較例について説明する。

[0047] [ステンレス鋼板の作製]

表 1 に示す各組成のステンレス鋼を 30Kg 真空溶解炉で溶製してインゴットに鑄造した。得られたインゴットをスラブに分塊し、そのスラブに 920°C で熱間圧延を施して、板厚 3.0mm の熱延鋼帯とした。

[0048]

[0049] 次いで、熱延鋼帯に対して、 800°C 、均熱0時間での空冷により熱延板焼鈍処理を施し、酸洗後、冷間圧延を施した。これらの過程を繰り返し、最終的に板厚 $100\mu\text{m}$ の冷延板とした。

[0050] この冷延板に対して、 1050°C 、均熱時間1分間の条件で複相化処理を施す複相化処理工程を経て、本実施例および比較例の各サンプルを作製した。また、一部のサンプルには、複相化処理後か、複相化処理後の $20\sim 40\%$ の調質圧延後に、 500°C にて均熱0時間の短時間熱処理を施して、本実施例および比較例の各鋼板を作製した。図1には、鋼No. 1の金属組織写真を示す。図1におけるMはマルテンサイトを示し、Fはフェライトを示す。

[0051] なお、比較対象であるSUS304については、30Kg真空溶解炉で溶製してインゴットに鑄造した後、そのスラブに 920°C で熱間圧延を施して、板厚 3.0mm の熱延鋼帯とした。また、この熱延鋼帯に対して、 1050°C 、均熱0時間での急冷により熱延板焼鈍処理を施して、酸洗後、冷間圧延を施した。また、これらの過程を繰り返して板厚 $166\mu\text{m}$ の焼鈍材とした。その後、総圧延率 40% の冷間圧延を施すことで、 $100\mu\text{m}$ の冷延板とし、SUS304H-TA仕上げを模擬して、 500°C 、均熱0時間の短時間熱処理を施すことにより、SUS304H-TAの鋼板を作製した。

[0052] [硬度の測定]

各鋼板について、JIS Z-2240の規定に準拠して、鋼板表面の硬さは試験荷重 0.3kg でビッカース硬度を測定し、図2に示すレーザー打抜き部近傍の硬さは試験荷重 0.01kg でビッカース硬度を測定し、20箇所の平均値を硬さの測定値とした。なお、図2におけるHは硬さ測定箇所を示す。各サンプルの硬度の測定値を表2に示す。表2における硬さ1は表面硬さであり、硬さ2はレーザー打抜き端面から $10\mu\text{m}$ 以内の断面硬さである。図3には、本実施例である鋼No. 1に 40% の調質圧延後短時間熱処理を行ったサンプルNo. 3、および、SUS304H-TA材に関する未加工部（鋼板表面）の硬さ（a）と、レーザー打抜き部近傍の硬さ（b）と

を示す。図4には、鋼No. 1に40%で調質圧延を行った後の表面硬さ（c）と、調質圧延後に短時間熱処理を行った後の表面硬さ（d）とを示す。

[0053] [ドロス高さ測定]

各鋼板について、日本車輛製造株式会社製の装置を用いてレーザー加工により、0.5mmΦ、0.2mm×1.3mmの開口部を加工した。加工条件は、出力8W、加工速度400mm/min、ビーム径20μmとした。そして、レーザー加工後のサンプルをSEM観察にて20箇所のドロス高さを測定し、その平均値をドロス高さの測定値とした。各サンプルのドロス高さの測定値を表2に示す。また、図5（a）には、本実施例である鋼No. 1のレーザー加工打抜き部のSEM写真を示し、図5（b）にはSUS304H-TA材のレーザー加工打抜き部のSEM写真を示す。これら図5（a）および図5（b）に示すように本実施例（鋼No. 1）の方が表面性状に優れている。

[0054] [凝固点および固液共存温度の測定]

示差熱変化により、凝固開始温度および凝固終了温度を測定することで、凝固点および固液共存範囲を測定した。用いたサンプル寸法は、3mmΦ×5mm t、溶融後の冷却速度は10℃/minで測定を実施した。各サンプルの凝固点および固液共存温度の測定値を表2に示す。

[0055] [印刷作業および印刷にともなうだれ量の測定]

印刷作業は、ヤマハ発動機株式会社製のソルダペースト印刷機およびメタルスキージを用いてスキージ角度60度、印刷速度100mm/sec、印刷圧力50N/cm²ではんだペースト印刷作業を行った。また、2万回印刷を実施した後、図6に示すレーザー打抜き部近傍のだれの有無をSEM観察にて確認した。図6におけるDはだれ量の測定箇所である。なお、だれの程度については、だれ発生箇所の断面観察を行い、角落ちした部分の面積を算出して求めた。各サンプルのだれに関する測定値を表2に示す。また、図7には、繰り返し印刷作業前後の本実施例である鋼No. 1およびSUS304H-TA材のレーザー打抜き部近傍のSEM写真を示す。なお、図7にお

けるDはだれ（角落ち）部分である。

[0056]

[表2]

鋼 No.	No.	項目	板厚 (mm)	γ max	凝固点 (°C)	固液共存範囲 (°C)	調質圧延率 (%)	短時間 熱処理	硬さ1 (HV0.3)	硬さ2(HV0.01) 平均値	トリス高さ (μ m)	SUS304に対する トリス高さ低減率(%)	だれ 有無	だれ 面積 (μ m)	備考
1	1	本実施例					-	-	378	318	274	34	無	0	-
	2	本実施例	0.10	76.0	1462	26	-	500°C×0s	392	330	281	34	無	0	短時間熱処理
	3	本実施例					40	500°C×0s	477	404	317	34	無	0	調質圧延材+短時間熱処理
2	4	本実施例					-	-	414	346	291	31	無	0	-
	5	本実施例	0.10	84.4	1456	27	-	500°C×0s	434	377	312	32	無	0	短時間熱処理
	6	本実施例					20	500°C×0s	450	378	320	32	無	0	調質圧延材+短時間熱処理
3	7	本実施例	0.10	76.7	1465	25	-	-	381	320	280	37	無	0	-
4	8	本実施例	0.10	75.4	1461	26	-	-	376	310	274	34	無	0	-
5	9	本実施例	0.10	82.7	1465	25	-	-	406	331	295	37	無	0	-
6	10	本実施例	0.10	74.9	1463	25	-	-	374	318	285	35	無	0	-
7	10	本実施例	0.10	71.7	1460	27	-	-	361	301	293	33	無	0	-
8	10	本実施例	0.10	78.2	1460	26	-	-	388	317	290	34	無	0	-
9	10	本実施例	0.10	79.6	1466	25	-	-	393	336	310	38	無	0	-
10	10	本実施例	0.10	75.2	1459	27	-	-	375	312	294	33	無	0	-
11	10	比較例	0.10	56.1	1472	23	-	-	295	246	240	42	有	18	-
12	10	比較例	0.10	82.2	1437	33	-	-	405	341	295	18	無	0	-
13	10	SUS304	0.10	205.2	1410	41	40	500°C×0s	438	344	170	-	有	75	-

- [0057] 本実施例のいずれも、SUS304H-TAと同等の表面硬さを有するとともに、ドロス高さが30%以上低減している。
- [0058] 一方、 γ_{max} が70以下である比較例（鋼No. 11）では、表面硬さ370HVより低く、凝固終了温度が低かった。
- [0059] また、固液共存範囲が30℃より大きい比較例（鋼No. 12）では、ドロス高さの低減率が小さかった。
- [0060] 図3に示すように、レーザー打抜き部近傍の硬さは、いずれも熱影響によってレーザー未加工部である表面硬さより低下するが、SUS304H-TA材は下限値が圧延前の状態と同等の170HVまで著しく低下しているのに対し、本実施例はいずれも下限値が250HV以上であり、SUS304H-TA材より高強度を維持している。また、図5に示すように本実施例（鋼No. 1）の方がSUS304H-TA材より表面性状に優れている。
- [0061] メタルマスクとして繰り返し印刷作業をした後では、図7に示すように、SUS304H-TA材が打抜き部近傍でだれ（角落ち）が発生しているのに対し、本実施例（鋼No. 1）では、だれが確認されなかった。このようなだれは、レーザー加工にともない部分的に硬さが著しく低下した部位を起点として発生したものと考えられる。
- [0062] 以上の結果から、合金設計、複相化処理、その後の短時間の熱処理や調質圧延によって、SUS304H-TA材と同等の強度を有し、レーザー加工後のドロス高さを低減でき、耐久性に優れたステンレス鋼板が得られることを確認できる。

産業上の利用可能性

- [0063] 本発明は、例えば精密機械などの基板にはんだペーストを印刷する際に用いられるメタルマスクに利用される。

請求の範囲

[請求項1]

質量%で、C : 0.15%以下、Si : 2.0%以下、Mn : 4.0%以下、P : 0.04%以下、S : 0.03%以下、Ni : 4.0%以下、Cr : 10~20%、N : 0.12%以下を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなり、

$[420(\%C) + 470(\%N) + 23(\%Ni) + 7(\%Mn) - 11.5(\%Cr) - 11.5(\%Si) + 189]$ で示される γ_{max} 値が70~90で、金属組織がフェライト相およびマルテンサイト相の二相組織であり、

$[1519 - (1.3 + 109.07(\%C) + 13(\%C)^2 + 16.38(\%Si) + 7.02(\%Mn) + 6.63(\%Ni) + 1.95(\%Cr) + 39(\%P) + 48.1(\%S))]$ で示される凝固終了温度が1450℃以上であり、

$[6.752 + (0.393 + 32.97(\%C) + 3.93(\%C)^2 + 4.95(\%Si) + 2.12(\%Mn) + 2.00(\%Ni) + 0.59(\%Cr) + 11.8(\%P) + 14.54(\%S))]$ で示される溶融状態から凝固する過程での固液共存範囲が30℃以内である

ことを特徴とするメタルマスク用ステンレス鋼板。

[請求項2]

V、Nb、Cu、Ti、Al、BおよびMoの少なくとも1つを合計1.0質量%以下で含有し、

$[420(\%C) + 470(\%N) + 23(\%Ni) + 7(\%Mn) - 11.5(\%Cr) - 11.5(\%Si) - 12(\%Mo) - 23(\%V) - 47(\%Nb) - 49(\%Ti) - 52(\%Al) + 189]$ で示される γ_{max} 値が70~90で、金属組織がフェライト相およびマルテンサイト相の二相組織であり、

$[1519 - (1.3 + 109.07(\%C) + 13(\%C)^2 + 16.38(\%Si) + 7.02(\%Mn) + 5.98(\%Cu) +$

6. 63 (%Ni) + 1. 95 (%Cr) + 4. 29 (%Mo) + 3. 9 (%P) + 48. 1 (%S) + 12. 35 (%Nb))] で示される凝固終了温度が1450℃以上であり、

[6. 752 + (0. 393 + 32. 97 (%C) + 3. 93 (%C)² + 4. 95 (%Si) + 2. 12 (%Mn) + 1. 81 (%Cu) + 2. 00 (%Ni) + 0. 59 (%Cr) + 1. 30 (%Mo) + 11. 8 (%P) + 14. 54 (%S) + 3. 73 (%Nb))] で示される溶融状態から凝固する過程での固液共存範囲が30℃以内である

ことを特徴とする請求項1記載のメタルマスク用ステンレス鋼板。

[請求項3] 冷間圧延後に300～550℃で短時間の熱処理が施された

ことを特徴とする請求項1または2記載のメタルマスク用ステンレス鋼板。

[請求項4] 冷間圧延後に、50%以下の調質圧延が施され、その後300～550℃で短時間の熱処理が施された

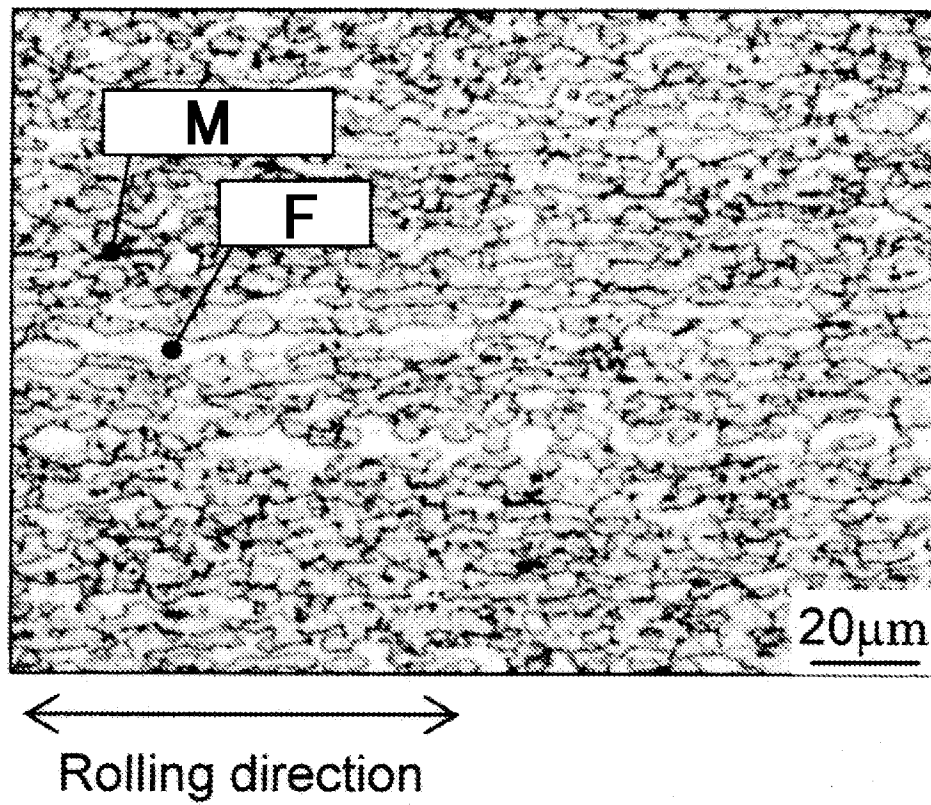
ことを特徴とする請求項1または2記載のメタルマスク用ステンレス鋼板。

[請求項5] レーザー加工用として使用され、

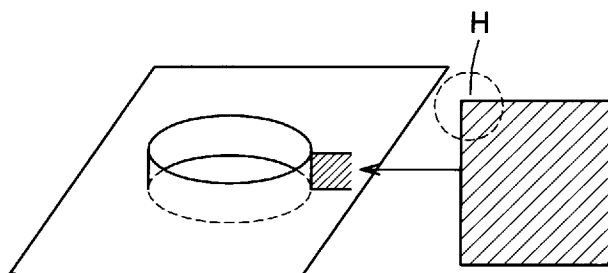
レーザー打抜き端面から10μm以内の断面硬さが250HV以上である

ことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一記載のメタルマスク用ステンレス鋼板。

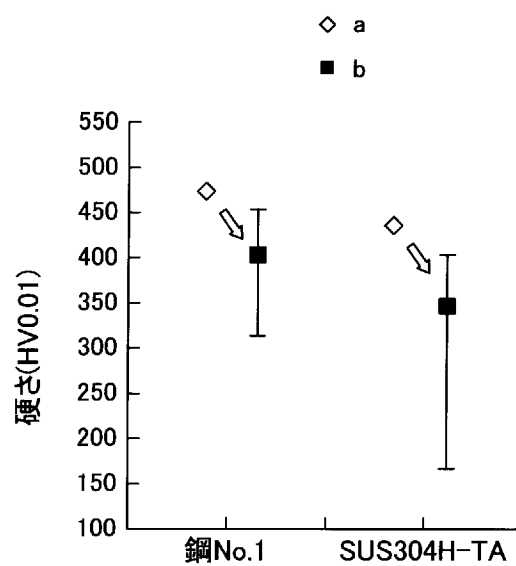
[図1]



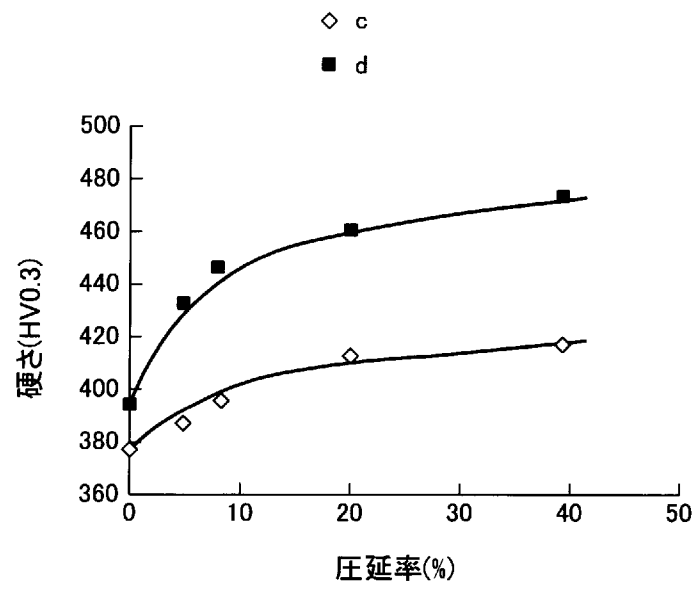
[図2]



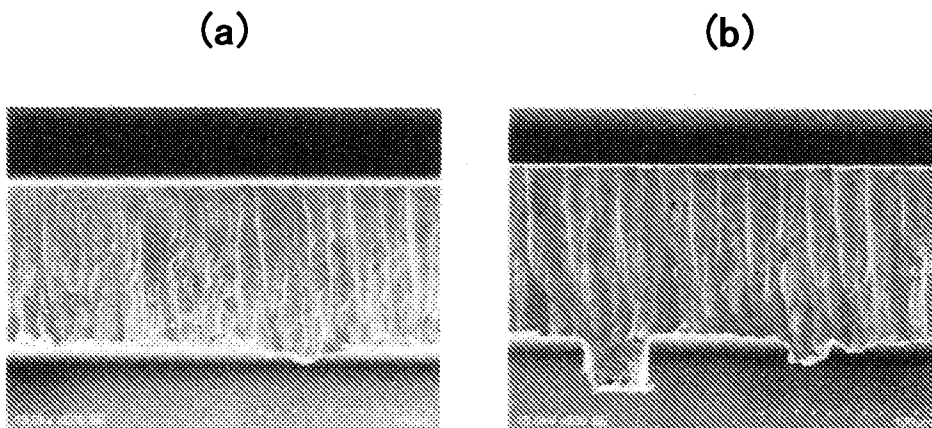
[図3]



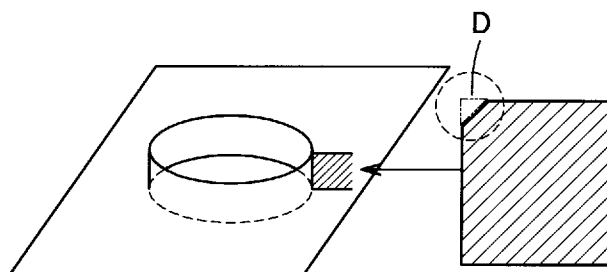
[図4]



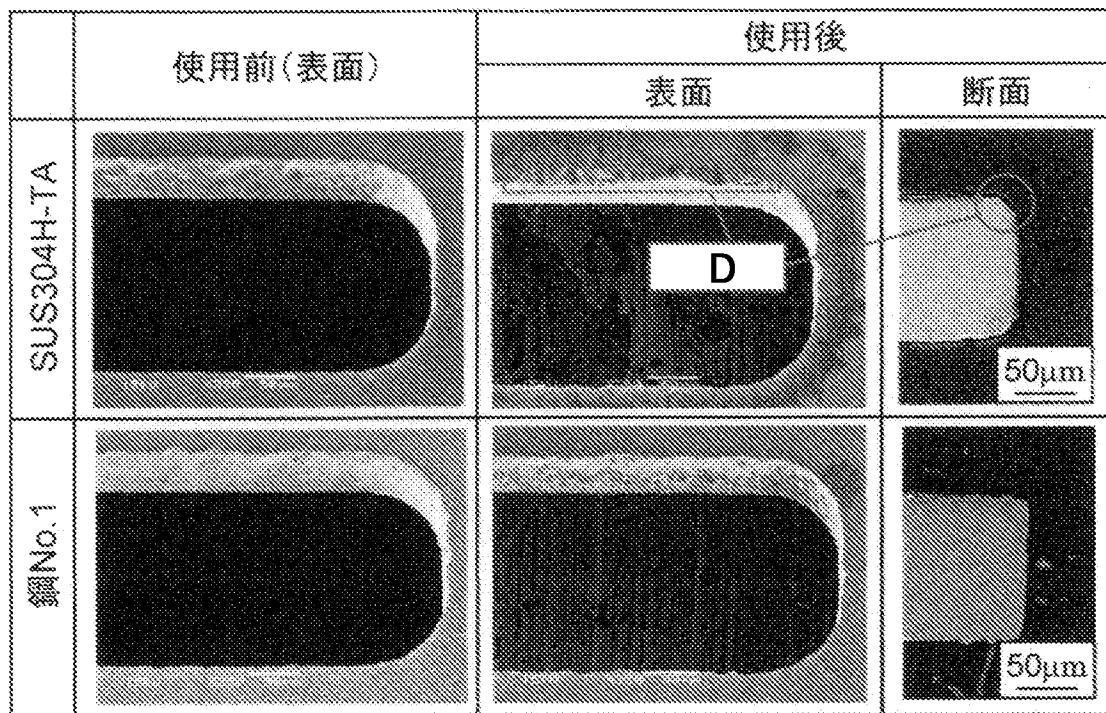
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058700

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/58(2006.01)i, H05K3/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C1/00-49/14, C21D9/46, H05K3/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-319765 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 21 November 2000 (21.11.2000), claims; paragraph [0021]; tables 1, 3; paragraph [0037] & US 6423160 B1 & EP 1099771 A1 & WO 2000/068449 A1 & DE 60021682 D & CN 1316016 A	1-4 5
Y A	JP 2002-105601 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 10 April 2002 (10.04.2002), claims; paragraph [0037] (Family: none)	1-4 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 June, 2012 (18.06.12)Date of mailing of the international search report
26 June, 2012 (26.06.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/058700

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-41350 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 13 February 2003 (13.02.2003), claims; paragraph [0028] (Family: none)	1-4 5
Y A	WO 2009/099035 A1 (Nisshin Steel Co., Ltd.), 13 August 2009 (13.08.2009), claims; table 1 & US 2010/0282372 A1 & EP 2241645 A1 & CN 101939455 A & KR 10-2010-0106573 A	1,2 5
Y A	JP 2004-131743 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 30 April 2004 (30.04.2004), claims; paragraphs [0014] to [0024] (Family: none)	1,2 5
Y A	JP 2006-249514 A (JFE Steel Corp.), 21 September 2006 (21.09.2006), claims; paragraph [0004]; tables 1, 3 (Family: none)	1,2 5
Y A	JP 2001-234236 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 28 August 2001 (28.08.2001), claims; paragraph [0001] (Family: none)	4 5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/58(2006.01)i, H05K3/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C1/00-49/14, C21D9/46, H05K3/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2000-319765 A（住友金属工業株式会社）2000.11.21, 特許請求の範囲、【0021】、【表1】、【表3】、【0037】 & US 6423160 B1 & EP 1099771 A1 & WO 2000/068449 A1 & DE 60021682 D & CN 1316016 A	1 - 4 5
Y A	JP 2002-105601 A（日新製鋼株式会社）2002.04.10, 特許請求の範囲、【0037】（ファミリーなし）	1 - 4 5
Y	JP 2003-41350 A（日新製鋼株式会社）2003.02.13,	1 - 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

河野 一夫

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

4 K

9 8 3 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	特許請求の範囲、【0028】 (ファミリーなし)	5
Y A	WO 2009/099035 A1 (日新製鋼株式会社) 2009.08.13, 請求の範囲、[表1] & US 2010/0282372 A1 & EP 2241645 A1 & CN 101939455 A & KR 10-2010-0106573 A	1, 2 5
Y A	JP 2004-131743 A (日新製鋼株式会社) 2004.04.30, 特許請求の範囲、【0014】 - 【0024】 (ファミリーなし)	1, 2 5
Y A	JP 2006-249514 A (J F E スチール株式会社) 2006.09.21, 特許請求の範囲、【0004】、【表1】、【表3】 (ファミリーなし)	1, 2 5
Y A	JP 2001-234236 A (日新製鋼株式会社) 2001.08.28, 特許請求の範囲、【0001】 (ファミリーなし)	4 5